



TITLE:

# <綜説>殺虫劑の生物學的檢定方法

AUTHOR(S):

長澤, 純夫; 内田, 俊郎; 渡島, 信子

---

CITATION:

長澤, 純夫 ...[et al]. <綜説>殺虫劑の生物學的檢定方法. 防虫科学 1948, 10: 69-80

ISSUE DATE:

1948-09-15

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/156536>

RIGHT:

Sumio NAGASAWA, Syunro UTIDA & Nobuko TOSIMA 1948. Biological method of testing insecticides. *Botyu-Kagaku*. 10: 69—80.

## 殺虫剤の生物學的檢定方法

長澤純夫・内田俊郎・渡島信子

### I 緒 言

殺虫剤の效果の生物學的評價の方法は既に先學者に依つて種々考案検討せられて現在に至つてゐるが、藥劑の性狀使用目的及び對象となる昆虫等に依つて自ら異なる等數多い評價の方法をここに概説するのもあながち無駄な事でもなからうと思ひ、筆者等は先に *Ann. app. Biol.* vol. 26 pp. 365—384 (1934) に發表せられた F. Tattersfield の綜説 Biological method of testing insecticides の前半を適宜取捨して紹介し參考に供する事とした。資する所あれば幸である。

抑殺虫剤は普通之を接觸殺虫剤(contact insecticides), 消化中毒剤(stomack poisons) 及び燻蒸剤(fumigants) の三つに大別し得るが、第1類の接觸殺虫剤は昆虫被膜と氣管組織内へ滲透する事に依つて毒力を發揮し、第2類の消化中毒剤は消化管内に攝取される事に依つて、初めて其の効力が現はれるものである。而して第3類の燻蒸剤は大体に於て接觸殺虫剤と略同一の過程を以つて反應するが、然し之はガスの形で尙以上迅速に氣管組織内に浸入し作用するものである。實驗室内に於ても亦野外に於ても、之等殺虫剤の效果の生物學的の評價をするためには夫々に異つた方法を其處に必要とする事は言ふまでもない事で、以下順を追ふて之等を述べて行く事とする。

### II 實驗室内に於ける檢定の方法

#### (1) 接觸殺虫剤

接觸殺虫剤の生物學的の檢定方法は大体之を噴霧法(spraying), 浸漬法(dipping), ミクロピペットを用ひる方法(the use of the micropipette)

及び撒粉法(dusting) の4つに分ける事が出来る。

噴霧法：本法は殺虫液を細かい霧の形に變へて使用する方法であるが、これには次の2種類がある。即ち一つは完全な霧滴となした藥液を一平面上にある昆虫に撒く方法で、他の一つはある装置内を飛翔してゐる昆虫に撒布する方法である。後者は普通家庭用殺虫剤の噴霧實驗のみ用ひられ、オエバイが殆んど普遍的に此の試験昆虫として使用されてゐる。

一平面上の昆虫に對する噴霧法：1924年 Tattersfield & Morris は之に關するある一つの装置を考案作製したが、後に(Tattersfield 1934) その噴霧器の部分改造した。之は一平面上におかれた數群の昆虫へ一定の壓力で、一定の藥量を連續的に噴霧し得る様に出来てゐるもので、装置を簡単に説明するとそれは水平に上下運動をする二つの臺を内側と外側とにもつた圓筒型のガラス瓶で、その内側の臺の上には昆虫を容れた小さなガラス皿が留金に依つて蓋の中に保たれた噴霧器から一定の距離におかれてゐる。而して又この内部の臺は小さなガラス製の三脚臺に据えつけられてあるガラス皿に依つて支へられた水平運動螺旋の上に立つてゐる。噴霧器はその散滴が圓錐形になつて出来るだけ一様に皿の周りに落ちる様調節し得るしかけになつてゐる。そしてピペットに依つて小さな藥槽に移された藥液は、調節弁のついてゐる圓筒型の壓搾空氣瓶へ壓力計をとほしてつながれた通氣管に依つて霧滴の狀態に變へられるのである。後に之は正方形に變へられ、昆虫は一側の引戸を通して入れられる様になつた。此の型の装置は Steer (1938) に依つて使用された。之に

は吸収口式をもつた小さな昆虫、例へばアブラムシ (Tattersfield & Morris 1924), 又は昆虫の卵 (Gimingham et al. 1926) 等がその実験材料として適當である。此の装置のもつ長所の一つは所要藥量が少くて足りる事であるが、只霧滴が平等に散布される面積の比較的小さいと言ふ事は難點である。

Potter は Tattersfield & Morris の装置に良く似てはゐるが、より廣い面積に霧滴を分布せしめ得られる様うまく改良を施した噴霧装置を作りあげてゐる。即ちより多量の水滴を使用出来る様設計した事と、噴霧室の上部に攪拌装置を併用した事とがその改良點である。圓錐形に出て来る霧滴はこの攪拌装置に依つて破壊され、平等に散らされた雨状態となつて供試昆虫の上に落下するのである。

O'Kane et al. (1930) は接觸劑の実験施行中に生ずる諸要因に就いて述べられた重要な論文の中で少し許り異つた型の装置を記載してゐる。この装置にあつては殺虫劑は廻轉盤の上に置かれた昆虫の上に對角線狀に撒布される。

Jones et al. (1935) は今日 Campbell 式廻轉盤として廣く知られてゐる所の装置を考案作製した。之は廻轉盤上のガラスのシリンダーが噴霧口の下で連續的に動かされ得る様に出来てゐて、殺虫劑を吹き込まれたシリンダーは定められた極く短い時間をその儘静止した後、横にある金網でおほはれたイエバイの上に移動する様に出来た装置である。而してこのイエバイは冷却乃至麻醉に依る静止状態から丁度回復した許りのものである。總て之等の方法に於ては殺虫劑の効力は一定時間後に判定されるもので、その毒効果は濃度と相關聯して表はれるのが普通である。

Campbell の方法は試験藥劑の昆虫の上に落下する量の如何に依つてゐる故、より大きな水滴が最初の状態に於て避ける事が出来るならば、同じ様な結果を繰返し得る爲には、或る非常に確實な豫防策を其處に必要とする。先に述べた様に霧滴を充したシリンダーは手に依つて昆虫の上におし出されるのであるが、この繰返し行はれる實驗に於て、落下する霧滴の量を等しからしむる爲には、處理時間とその方法に就いて相當の注意を

拂はなくてはならない。更に逸脱を防ぐために昆虫の上にかけられた金網は錯雜した渦卷の流れを生じるかもしれないし、又蠅を使用する際に冷却又は麻醉を行ふ事は未だ完全には解つてゐないが昆虫の毒劑に對する抵抗力を減退せしめる諸因子となるかもしれない。Zermehlen & Allen (1936) は Jones 等の方法を修正して、昆虫を入れる籠に取り外しの出来る紙のカバーを使用した。即ち、此のカバーが引寄せられると同時に、昆虫を入れた籠が藥劑の噴霧された瓶の中に押し入れられる様に出来たものである。

Campbell & Sullivan (1938) は最近更に改良を施した廻轉盤式の装置を作製した。彼等の研究の結果は、實驗装置を改良し、簡單化し、且つ安價に作らうとする方向に對して力強い暗示を提示してゐる。本装置は總て金屬製で、三角形の臺と其の上にそなへつけられた圓いアルミニウムの廻轉盤 (直徑 117 糎) とから成り立つており、可動式のガラスのシリンダーは總計 10 箇のアルミニウムのシリンダー (高さ 43 糎, 直徑 20 糎) に置きかへられてゐる。その各々のシリンダーの直下で盤の下側に杯狀の容器 (深さ 10 糎, 直徑 15 糎) が取付けられてゐて、この中に昆虫を入れた籠が入る様に出来てゐる。そしてこの籠は廻轉盤に平行してはめこまれてゐる鐵製の薄板に依つて上部のシリンダーとは普通切り離された状態におかれるのである。イエバイの噴霧實驗を行ふに際しては、先づ 100 匹のハイを入れて網をかぶせた直徑 14 糎のベトリシャーレをひとつの保持器の中におき、上部と隔絶するために薄板を押し出して、之をおほひ、そして更に大きいアルミニウムのシリンダーを其の上におくのである。而してこの上のシリンダーの中へ、試験を行はうとする藥劑の適當量を、蓋にあけられてゐる小さな穴から一定の壓力で霧にして吹き込むのである。ある一定時間放置して比較的大きい水滴を落下せしめた後、初めて薄板を引いて細かい霧を下の籠の中にあるハイに附着せしめるのである。10 分間曝露した後、ベトリシャーレを取り外し、處理したハイを觀察用の籠に移すのである。この様な方法で廻轉盤をまはし、噴霧用シリンダーを連續的に活動させる事によつて數多くの實驗を相當の速度でなし得る

のである。この方法は元來油狀化合物に對するハイを用ふる噴霧の實驗用として考案されたものである。Badertscher (1936) はこの廻轉盤式の方法を、標準の實驗方法とされてゐる Peet-Grady 法 (後述) と比較研究した所、除虫菊とチオシアン化合物の噴霧實驗には、Peet-Grady 装置よりも此の方法の方が、より高い殺虫率を示す事を發見した。之は後に Campbell & Sullivan (1938) に依つても實證された。然し乍ら Badertscher はロテノーンを含有した殺虫劑の噴霧實驗に於ては、その結果は全く逆であるといふ實に不思議ではあるが、明瞭な變則的事實を得てゐる。操作の迅速性と、水様藥劑の噴霧實驗が可能であると言ふ事は廻轉盤式の長所として強調し得る事項である。この方法は霧滴の沈着する量の多少に依る故 Campbell & Sullivan (1938) に依つて指摘されてゐる様に、或る程度以上の抵抗力を有する昆虫に對しては有効液劑の最大附着量も充分な殺虫力を確保し得ないと言ふ事は充分有り得る。

この装置に依り充分信用するに足る同じ様な結果を得んがためには、出來得るかぎり一様な方法で、一連の實驗がなされなければならない。そればかりではなく昆虫も又出來るだけ同一の方法で飼育する必要がある。

Hartzell & Wilcoxon (1932) はイヌガラシ屬の幼植物に寄生してゐるアブラムシを用ひて次の様な實驗をなしてゐる。即ち 200 乃至 300 匹のアブラムシのついてゐる植物をゆつくり手で廻し乍ら噴霧を行ひ、噴霧が終ると直ちに之を四邊にとりもちをぬつた平な紙の上に移し、24 時間後双眼顯微鏡の下でその生死の状態を嚴密に調べてゐる。少しでも動作を示す個体及びとりもちについてゐる個体は皆生きてゐるものと見なしてゐる。

殺虫室法：この方法は主にハイを供試昆虫とした噴霧實驗に用ひられるもので、Peet-Grady 法 (1928, 1932) と呼ぶのは此の最も初期のものである。元來この装置は内側 183×183×183 厘の小室で、その角の合せ目は全然間隙のない密封された状態にあり、壁も亦非吸收性のものである。その室の一側にはきつちりしめる事が出来る入口の戸があり、他の壁には夫々その真中に觀察用の窓がある。天井には 46 厘平方の窓があり、その窓

の 15 厘上方に 200 ワットの電球が照明のために取付けられてゐる。又各壁の下方の隅に 15 厘平方の小窓があげられており、普通之は細目の金網ときつちりしめる事が出来る半戸に依つて閉されてゐる。(この小窓のひとつからハイが入れられるのである)。尚又各壁に直径 2.5 厘のコルクで栓をする事の出来る二つの穴が天井から 16 厘、端から各 31 厘のところにあげられてゐる。試験が終る毎にその中の空氣を入れかへるために使用される扇風機と、金網をはつた半戸とが、入口と反對側に取付けられてゐる。この試験の方法は、先づ可及的一定の條件の下に育てられた、羽化後の日數のはつきりしたハイを室の中に放ち、次に直径 2.5 厘の都合 8 つある小さな穴から略同量宛の總計 12 cc. の殺虫劑を一定の壓力を以つて噴きこむのである。10 分後換氣用扇風機を動かすと同時に、仕切戸を開いて中のハイを注意深く取り出し、その數を數へた後、觀察用の籠に入れて比較的同一條件のもとに放置する。この 10 分後に數へられた無力状態のハイの數は之を落下虫率 (Knock down percentage) と呼んで計算に使用されるが、然し殺虫劑の實際の効力は 24 時間後明らかに死んでゐる虫の割合を以つて評價するのである。

1932 年米國々立農藥協會 (American National Association of Insecticide) と殺菌劑製造業組合 (Disinfectant Manufacturers) は、ハイを供試昆虫として噴霧實驗を行ふ時の標準方法として、この Peet-Grady 法を採用した。或るひとつの研究所に於て、明らかに正確だと信ぜられる様な結果を繰返し出し得たといつても、別の研究所に於て得た結果との間には幾分の差異があると言ふ事實は早くから氣付かれてゐた。協約の規準をきめると同時に、普通の標準殺虫劑を使用する事に依つて、此の矛盾を克服する事が出来るか否かを見出すために、最初ベンゾフェノン為例に、之を比較する目的で、ある一つの共同研究がなされた。Campbell (1938) はこの共同努力の所産になる結果を種々分析してゐる。各研究室毎に實驗の方法ハイの飼育方法及び設備等の相違がある程度存する故、平均殺虫率をもとに比較の評價がたてられた時、大きな不同が結果に於て出て來たとしても夫れは少しも驚くべき事ではない。標準殺虫劑も

又此の支障を解決するには役立たなかつたが、後除虫菊から調合された殺虫剤に對する Campbell の暗示に依つて遂に之も取り除くことが出来た。然し彼は又 Simanton (1937) に依つて提唱された比較算定の様式と結果の表示様式とはひとつの實行し得べき方法であると考へた。これは標準區と之と比較さるべき試験區とに就いて都合 10 對の實驗を行ふ事を必要とする。而してこの標準區の殺虫剤は 30% から 70% の間の殺虫率を、出来得れば 50% から 60% の間の殺虫率を示すべきである。手あたり次第に行はれれば一連の實驗に於て未知殺虫剤と標準殺虫剤との間に得られた殺虫率の相違の平均は、決定さるべきで、變異性の基準として 10 回行つた實驗の相違の平均値の標準誤差も同時に決定されるべきである。若し後者の數が 3 より小さいならば實驗は適當に處理されたものと見做され、平均値の相違に依つて順位があたへられる。之等の提案は米國國立農藥協會及び殺菌劑製造業組合に依つて採用されてゐる。

Richardson (1931) は又一つの殺虫室法を記述してゐる。彼は上面と側面とがガラスで出来た矩型の箱 (76×76×122 釐) を用ひ、その中に移動可能の銅の金網で出来た籠 (46×76×46 釐) をおいた。そして溫度調節器と扇風機とを 1 側に、他側の中心に噴霧器を取りつけた、この噴霧器は實驗箱の中へ突き出してゐる故、藥液は籠の中に霧狀に入つて行くのである。籠は底の處で開かれ得る様に出来てゐて、實驗に際しては厚い包紙がその下にしかれてゐる。扇風機のスイッチが入れられると同時に一定條件のもとに飼育せられた 40 乃至 60 匹のヘイが籠の中に放たれ、1.6 cc. の藥液が噴霧されるのである。30 秒毎に癱瘓狀態におち入つた虫を勘定し、50% 以上のヘイが斃れる迄續行される。8 分後にヘイは數へられ、特別の籠に移される。癱瘓作用の速度は 50% のヘイを斃すに要した時間を以つて表してゐる。除虫菊石油乳劑の噴霧實驗に於て、この速度はヘイの強さに依つて直ちに變り、非常に敏感な事が發見されてゐる。

Rotter & Hocking (1939) は Richardson の殺虫箱に良く似た裝置を用ひて、油性殺虫剤のその裝置内に於ける濃度を連續的に研究した。そして霧滴の濃度は室の中に噴霧される時の程度如何に

依る事、即ち一定の壓力のもとでは噴霧の速度が遅ければ遅い程、霧の濃度は高くなり、そしてその霧滴は最初速かに落下し、時間がたつにつれてゆつくり落ちると言ふ事を發見した。彼等は又一定の速度と一定の壓力を以つて噴霧した時には、その初期の濃度はより小さな水滴に依つて構成されてゐる故、比較的重い油よりも軽い油の場合の方がもつと高いと言ふ事を發見した。然し氣化といふ様な他の影響が殺虫剤の濃度に關與するとも言ふてゐる。

殺虫箱に依る之等の方法はヘイを用ひて噴霧實驗を行ふ限り、他の如何なる方法よりも大規模で實際の條件に似かよつてはいるが、箱内に於ける霧滴の分布、及び試験昆虫の配置については殆んど知られてゐないといふ欠點がある。

Campbell & Sullivan (1938), Richardson (1932) 及び Simanton & Miller (1938) は噴霧實驗に用ひるイエバイの育て方及び取りあつかひ方をある程度詳細に規定してゐる。供試昆虫の老若は甚だ重要な事であるが、然し Simanton & Miller (1937) はイエバイに於ては羽化後 4, 5 日目のものと 6 日目ものとの間にはその感受性に殆んど差異がないと言ふ事を發表してゐる。Tumia (1938) はチャパネコキブリ (*Blattella germanica*) の除虫菊及び脂肪屬系チオシアン化合物に對する抵抗力は、17 週間目迄は次第に増大するが、その後には漸次減すると言ふ事を述べてゐる。藥劑に對する抵抗力を左右する他の重要な因子は攝食と噴霧との間に經過した時間の長さ、飼育中の棲息密度及び照明の量と強さなどである。又更に Murray (1937, 1938) と Miller & Simanton (1938) はイエバイの雄が雌よりも噴霧に對する感受性が大きい故、實驗に用ひるヘイの性比を決定しておく必要があると述べてゐる。この支障に對處する最も簡単な方法はイエバイの持つてゐる性比を出來得る限り變化せしめない様に飼育し、一つの試験に一つの籠の總てを使ふ事に依つてその性比約 50% を得る事である。

浸漬法：この方法は既に長い間多くの人々に依つて使はれて來てゐる。例へば Fryer et al. (1923) はデリスの殺虫効果に關する研究に於てこの方法を使用した。Shepard & Richardson (1931)

はアブラムシの1種 *Aphis rumicis* に對するニコチンの試験にこの浸漬法を用いた事を述べてゐる。彼等は交互に異つたふたつの毒力曲線を決定した即ち(1)浸漬時間を一定にして藥液の濃度を種々變へた場合の曲線、(2)藥液の濃度を一定にして浸漬時間を種々變化せしめた場合の曲線とが之である。彼等は或は有毒作用を持つてゐるかもしれない濕潤剤をこの浸漬法に於いては使用する必要がないから、充分な濕潤をたえず維持してゐなければならない噴霧法よりも、之は良い方法であると考へた。

Fleming & Baker (1934) は又マメコガネ (*Popillia japonica*) に對する接觸劑の効力試験にこの浸漬法を用いてゐる。効力指數 (coefficient of effectiveness) は120秒浸漬後に得られた標準藥劑の中央致死濃度を試験藥劑のそれに依つて割つて算出した。殺卵劑の試験の場合にも此の方法が用ひられてゐる事は Kearns & Martin (1936) に依つて、又 Steer (1938) によつて述べられてゐる。Craufurd-Benson (1938) はデリス劑の影響に關し、この浸漬法を用いて詳細な研究をなしてゐる。この研究に於て彼は實驗中に考慮を拂はなければならない種種の要素、例へば試験昆虫の年令、飼育中の溫度及び濕度、浸漬前に於ける昆虫の飢餓の時間、浸漬時間及び藥液の溫度等を詳細に検討した。彼等は特殊な試験昆虫を撰ぶ事に依つて比較的正確な結果を反復記録し得る改良浸漬法を更に發展させた。彼等の考案した裝置の主要部分は特別な型の銅製の水筒式溫度調節器であつて、その内側の水槽は浸水式電熱器に依つて一定の溫度に保たれ、之に電動式の攪拌器が取付けられてゐる。小さなガラス製のピーカーに入れられた殺虫液は必要な溫度に達する迄内側の水槽中におかれる。そしてモスリンを以つてとめられた小管瓶中の昆虫は一定時間その中に浸されるのである。浸漬後、管瓶中の藥液は一定の順序に依り出されて乾かされる。そしてその中の昆虫は24時間後その生死を調査するため別の管瓶に移されるのである。Craufurd-Benson の實驗に要求された條件は次の如くである。(1) 供試昆虫 *Ahas-verus advena*, (2) 昆虫の老若、10~20日、(3) 餌、かびた丸燕麥と乾燥イースト、(4) 飼育中の溫度、

實驗前實驗中及び其の後の溫度、25°C, (5) 關係濕度、75%, (6) 浸漬時間、4分、(7) 供試昆虫を飢餓の状態におく時間、24時間、(8) 處理後生死判別までの時間、24時間。

浸漬法に對する最も大きな反對は、接觸劑としての効力以外に、尙消化中毒劑としての影響が存すると言ふ事であるが、然しこの支障は他の長所に依つて充分補はれてゐるものと Craufurd-Benson は考へてゐる。

ミクロビベットに依る滴下法：この方法に於ては前節の終りで述べた様な欠點は相當程度除外し得られる。O'Kane et al. (1933) は2乃至3mg. の殺虫劑の小滴をゴミムシダマシ (*Tenebrio molitor*) の最終齡幼虫体上の種々の部分に滴下し、その影響をしらべてゐる。Nelson et al. (1934) はこの方法を更に精密に検討した、即ちイエバイを -1°C の電氣冷蔵庫に入れて不動の状態になる迄冷凍し、大きさ及び年令の揃つた一定数のヘイをえらび出して、大理石板上に仰向けにおき、試験殺劑のアルコール溶液 (又は9割のエチルアルコールと1割の殺虫劑液) 0.75mg. を、ミクロビベットで、昆虫が未だ不動の状態にある間にその各の胸部の中心に滴下した。而して處理した後の昆虫には食物をあたへ、24時間後に其の結果を観察した。試験結果の記録は生存、瀕死状態並びに斃死の3つに分けてなされてゐる。この場合種々の濃度に於て得られた結果は、標準殺虫劑に依つて得た結果と比較する必要がある、試験に用ひるヘイも一定の條件のもとに育てられるべきで又冷凍後雌雄別々に分ける事のぞましい。此のミクロビベットに依る滴下法はその操作が正確である事、僅かな器具を以てなし得る事、安閑に實驗を行ひ得る事及び他の昆虫にもこの方法が廣く適用され得る事等その長所であるが、野外的状態と比較し得ない事及び實驗に際してある程度の熟練を要する事等はその反面短所とされてゐる。

撒粉法：撒粉の形で接觸劑の殺虫効果を檢定しようとするこの方法は、液狀接觸劑の噴霧實驗或は消化中毒劑を撒布して行ふ實驗程詳細には研究されてゐない。之には次の様な難點が存する。即ち、(1) 微粉粒子の落下する割合が異なる事、及び大きさの相違に依つて、落下後の分布状態が違ふ。

事。(2) 稀釋が困難なる事。(3) 空氣の浮動に依り稀釋物質が分離する可能性のある事。植物性殺虫劑の場合、有機質の稀釋物例へばクルミの皮の粉末の如きものを使用する事に依つても、此の弊を取り除き得ない事。(4) 撒粉實施中粒子が結合する事。

Trappman & Nitsche (1934) と Thalenhorst (1937) は Görnitz (1933) の行つた方法を取りあげて之を簡便化した。

Thalenhorst は滑り蓋をもつた箱にガラス製の鐘型瓶をのせて使用してゐるが、その箱の中には秤量皿の上におかれた一枚の厚紙 (面積 150 平方) があつて、更にその秤量皿は箱の 1 側にある割れ目を通して細長い軸に依つて天秤の片腕につながれてゐる。處理すべき幼虫は箱の中の皿に入れられるのである。而して先づ蓋を閉じて鐘型瓶中に撒粉し、その後蓋を開け紙の上及び幼虫の上に粉を落下せしむるのである。規定量の粉を紙の上に撒き終つた時に蓋を閉じて、幼虫を取り出しキャベツの葉の上に移すのである。若しも正確なそしていつも略同様な測定結果を得ようと思ふならば、試験昆虫の飼育方法及びその大きさを充分注意してかからなければならない。

## (2) 消化中毒劑

接觸殺虫劑の場合、之を噴霧又は撒粉により一様に撒き得るものと假定すると、實驗材料たる昆虫の種類も同じで、發育時期も又同じである時には、これに接觸する藥量は昆虫の大きさに比例し、吸収される毒量はその毒劑の濃度に比例すると言ふ事が容易に想像し得る。消化中毒劑の場合には若しその毒劑の効果がその使用藥量と関係があるとするならば、この試験をなすに當つては特別な注意を拂はなくてはならない。植物性毒劑、例へばニコチンやデリスの如く、それが接觸殺虫劑乃至消化中毒劑としての 2 作用を有してゐる場合には、この効果を判別する事は甚だ困難である。又砒酸鉛の如き礦物性毒劑の試験に有効な方法も、そこに特別な豫防策が施されない時には、不正確な誤つた結果が或は生じて來るかもしれない。消化中毒劑の生物學的檢定方法には大凡次の様なものがある。即ち葉量測定法 (leaf method)、注入

法 (injection method)、點滴法 (drop method)、葉の間に藥劑をはさんであたへる方法 (leaf sandwich method)、籠の中に於て行ふ方法 (cage method) 及びコドリノガに對する特殊な方法 (plug method) が之である。

葉量測定法: Janisch (1926) は毒劑を撒粉する前と後とにその葉の目方を秤つて記録しておき、之をモンシロテフの近似種 *Pieris brassicae* の幼虫に食べさせた。尚その葉の形は攝食される前と後とに方眼紙に書いておく必要がある。この様な方法で消費された葉の量と毒劑の量とを決定しようと試みた。然し、この方法も、若しも昆虫が撒粉された葉上をはひ廻つた時には、そこに現はれた殺虫効果はそれが接觸劑として働いた結果であるか、又は消化中毒劑としての結果であるか、分離して考へる事が出来ないうらみがある。其處に得られた有毒作用の結果はその殺虫劑のもつ總ての効力であつて、その各々の有する効力の重要性を量的に評價する方法は恐らくないであらう。ニコチンの場合に於ては、これがガスの形で呼吸系統に毒作用を及ぼし、しかもこれが重要な役割を演じてゐるのかもしれない。それ故この二つの効果を區別して考へるといふことは決してたやすい問題ではない。

注入法: 特殊な操作に依り毒劑をその消化管内に注入するこの方法は、實用から大變かけはなれており、且その藥効があまりに遅いので、殺虫劑の効力を評價するための常法としては用ひ難い。口器の部分に若干存する接觸劑としての作用を除外して考へる所のこの判定は、非實用的なるのみならず、精密な生理學上の研究以外全く不必要な改善であると思はれる。

點滴法: Price (1920) は一定量の砒素化合物の水溶液を昆虫の上に滴下する事に依つてその毒劑の効力を檢した。Campbell (1926 a, c) はこの方法のある程度正確な檢定法のひとつにする目的で研究改良した。彼の初期の實驗に於ては (1926 c), 秤量ビュレットを用ひて、一定濃度の毒液を鱗翅目幼虫 (あらかじめその重さの測定された) が攝食中の葉の表面に滴下した。その毒劑が消費された時にビュレットは再び秤られた。この方法は他の毛虫でも繰返し検討された。そして

彼は昆虫体重のグラム數に依つて、消費された毒量に對する生存時間を（その逆數の毒作用の速度から）決定した。彼はこの様にして亞砒酸鉛の砒酸鉛に對する相對的の毒力を決定し、併せて砒素毒に對する感受性は昆虫に依り著しく相違してゐる事を示した。然しこの方法は一般に應用するには余りにも時間がかかり、勞力を要すると思はれたので Campbell (1926 a, b) は後に之にかはるべきマイクロピュレットを用ふる方法を立案した。彼はそれに依つて既定量の小滴をあらかじめ重さの測られたカイコの口器の部分に滴下し、用ひられた毒劑の各濃度に對する毒作用の速度を決定した。Goetze (1932) は又除虫菊を砒素化合物と比較する目的で、この方法を改良し實驗を行つてゐる。即ち蜂蜜で毒劑を 2:1 に薄め、先端が穴を通つて籠の中に入つてゐる目盛のついたビベットに之を入れ、蜂を實驗昆虫として用ひてゐる。之の方法に依り攝食消費された量を測定し、同時にその毒劑の効果を記録してゐる。

葉の間に藥劑をはさんで與へる方法：葉の間に藥劑をはさんで與へるこの方法は Campbell & Filmer (1929) に依つて案出された方法にして、Janisch の葉量測定法を大體的に改良したものである。元來は撒粉の場合にのみ用ひられてゐるが然しこれを噴霧劑に適用していけないと言ふ明白な理由は何もない。この方法の主要點は次の如くである。即ち、きつちりあつた球辨を有する管を通して、倒にした鐘型瓶の中へいくらかの毒粉を吹き送る。短時間の後——この間に比較的大きい粒子は沈着してしまふのであるが——面積のわかつた圓形に切り取られた所の葉片、及び圓形のカバーガラスを數枚のせた板の上にこの瓶を移す。カバーガラスは粉劑の沈着量を測定するためのものであつて、先づその重さをはかる。圓形の葉は之に同じ大きさの他の葉を重ねてサンドウィッチにし、あらかじめその重さの測定されてゐる所の鱗翅目の幼虫に1個宛餌としてあたへるのである。一定時間の後、食べられなかつた部分はプラメーターとか方眼紙に依るか、或は光電池に依つてその面積を測るのである (Bulger 1935)。Stellwaag (1931) はこの操作をある程度簡単に

しようと目論み、圓い葉の面を澱粉の糊で蔽つた。Görnitz (1933) は前に述べた如く撒粉裝置の中に差込んである棒を天秤の片腕に取りつけて、沈着物の重さを直接に秤量してゐる。Bulger (1937) は又消費される藥劑の沈着量を制限する方法を提案してゐる。

この方法に依つて多くの重要な毒物學の研究記録は累積された。麻痺作用の速度 (100 を活動時間で割つた數)、及有毒作用の速度 (100 を生存時間で割つた數) は消費される各藥量の割合に依り決定し得る。更に夫々の消費された毒量に相應した死虫數を確める事が出来る。夫々の死虫數は亞致死、半致死、致死とかを示すべく細立てられた一つの表を作る事が出来る。Campbell & Filmer (1929) に依れば、この方法の主な短所はその藥量をあらかじめ明に定めておくことが出来ないと言ふ事である。そして又彼等は亞致死及び致死の狀態にある幼虫の數が無駄になるものと考へ、同時に中央致死藥量 (50% を殺す藥量) の限界を定めるのに役立つないので、時間とその昆虫とがこの様に捨てられてゐるといふ事を考へた。この中央致死藥量と言ふのは毒力の間帯に於ておこり、有毒域に於て集積された資料を考慮する事に依り大凡決定され得る。Bulger (1937)、Görnitz (1933) 及び Thalenhorst (1937) に依つて提案された改良法はこうした昆虫の無駄をいくらか少くすることが出来た。Bulger (1932) はもう一つの困難が本來此の方法に存在する事、即ち夫れの成分を別々に適用しなければならない時に、その沈着過程に稀釋劑乃至は補助劑が分離する可能性のある事を述べてゐる。

然し乍ら Campbell (1930) は致死又は再生に關與する時間の因子は不定であるから、中央致死藥量は消化中毒劑の完全な効果を表現したものではないと言ふ事を指摘してゐる。實際、Campbell & Filmer (1929) は消化中毒劑の効果こそその有毒性を明らかに區別さるべきであると考へた。時間の因子は殺虫力を意味するが一方、中央致死藥量は更にこれに加ふるに毒作用の割合又は速度に依つて影響され、尙其の上作用後の攝食が及ぼす累積された妨害効果に依つても影響される。Campbell (1930) は藥量 (体重 gr. に對する



注意を拂ふべきであると説いた。その毒作用と言ふのはふたつの異つた毒劑（硅弗素酸ソーダ及び酸性砒酸鉛）に對する活動期間の逆數に依つて表はしたり、又は生殘期間の逆數に依つて表はしたりしてゐるが、彼は各カーブの間の面積を決定し、そのカーブの比は全用量の範圍よりも相對的毒性が優つてゐた事を示してゐる。彼は又癱痺の開始にあたつてはそれ以上の攝食は行はれないから、昆虫の生の期間の決定は生存期間の評價よりも、むしろより以上に相對的毒性の評價であるかもしれないと指摘した。この様な場合相對的毒性と相對的効果といふ言葉は單一の意義に合同してしまふやうに思はれるかもしれない。

Bulger (1937) は粉狀殺虫劑のもつ中央致死藥量は一部分その粒子の大きさに依つてゐる事を指摘してゐる。サンドウィッチ法に於ては、比較的小さい粒子のみが用ひられてゐる。二つ以上の藥品の効果を比較決定するためにはその粒子の大きさは比較し得る大きさでなければならない。その要求は粒子の大きさが非常に異つた化合物には容易に達し難いかもしれない。

籠の中に於て行ふ方法：數匹の昆虫を藥液を塗布した葉と共にいくつかの籠に入れて、その結果を調べようとするこの方法は、消化中毒劑そのものの作用だけを評價する事は不可能である。これは Gimingham & Tattersfield (1928) に依つて、あるマメ科植物の魚毒のエキスを噴霧した木の葉に對する咀嚼口式昆虫の反應に關する豫備實驗に於て用ひられた。これはある特殊な場合、例へばマメコガネ (*Popillia japonica*) の様な雜食性昆虫に對する化學藥品の毒作用を探究しようとする様な場合に於ける唯一の有効な方法と考へられる。そのために特別の構造を有つた照明裝置のある籠が Fleming (1934) に依つて使用された。彼は溫度、濕度、照明の程度等がこの昆虫の感受性に、非常に重要な影響を及ぼすことを示してゐる。

コドリングに對する特殊な方法：この方法は主としてコドリングの幼虫に對する殺虫劑の檢定に用ひられにゐる。Newcomer (1926) は新たに孵化した幼虫のある苹果に噴霧を行ひ、その苹果につけられた虫の入る穴の數とつきさした針の穴の數

mg. 量) に對する毒作用の速度を圖に描く事に依つて、相對的の毒性を決定するためには精密なると讀んでゐる。Sieger & Munger (1933) は此の方法を後年改良したが詳細は原著に依られたい。

### (3) 燻 蒸 劑

Bovingdon (1934) は燻蒸劑の檢定にあたつて生ずるいろいろの困難な點をあげてゐる。即ち、

(a) 試験昆虫を燻蒸室内に入れる時と出す場合に燻蒸ガスがもれ出ること、(b) 燻蒸室内をかきまわして毒ガスを一樣な濃度に保つようにする設備、(c) 實驗中にガス濃度を計ること、(d) 或は定めた組成の混合ガスを作ること等がその主な點である。彼はこの方面の仕事についての文献を抄録し、それ迄にいろいろの人々によつて用ひられた裝置を簡単に紹介してゐる。それらでは上述の難點が生ずるが、彼の用ひた新しい裝置とその操作による時は難點は克服されるとしてゐる。裝置はやゝ複雑であるが、恒溫機の中に收められてゐる。この方法による時は混合ガスがよく混り循環するので、實驗開始の最初からガスをその濃度にして保つておける。又燻蒸瓶中のガス濃度は昆虫を入れたり出したりすることによつても殆んど變らない。この巧妙な裝置に對して批判することが許されるとしたならば、それはやゝ複雑であること、それを正しく使ひこなすにはうるさい程の技術を要すると言ふ事である。

Gough (1938 a) は Bovingdon と共同して、その裝置をやゝ改良して簡易化した。ガスの混合と循環の爲には、裝置を搖り動すように工夫された。かような仕事にあたつて直面する多くの困難を完全に克服する爲に、Gough は既知濃度の混合ガスを循環させる非常に簡単な技術を用ひた。裝置の清掃は容易でなければならない。脂肪によく吸着されるガス劑があるから脂肪を塗つた栓はなるべく少くし、ゴム管はガスに直接さらされぬ様にし、また Gough の示したように水銀は毒作用があるから昆虫を直接水銀にさらさぬ様にした。この裝置では Bovingdon の始めの型のように、實驗の始めにあたつてガス劑を所期の濃度にする事は出来ない。燻蒸室内に昆虫を入れる時にごく僅かながらガスがもる、この點は克服出来ない様

であるが、燻蒸室の容積を大きくすることによって、ガスのもる割合を最小にする様努力すれば正確に濃度を保つことも一見むづかしくはない。

Peters & Ganter (1935) 及び Peters (1936) は比較的簡単な装置について述べてゐる。温度を一定とした恒温機の中に一連の燻蒸室を排列し、それらを一個の共通のガス擴散機によつてつないだものである。澤山のゴム管やコルク栓がガスにさらされてゐる事は大きな弱みである。濃度と時間の関係をしらべると、毒作用の効果は時間と濃度の積で表はされると言ふ  $c \times t = w$ , Haber の法則が略實驗結果に適合することがこの研究により見出された。又これは Mayer (1934) がエチレンオキサイドを用ひて得た結果とよく一致した。低濃度の時とか、高い濃度に短時間作用せしめた時は此の式から大分かけ離れる。

一般に或る與へられた時間ガスにさらした後、昆虫を装置から取り出して一定時間後にその効果をしらべると、結果は  $c \times t = w$  なる式によりびつたりとあてはまる。n は 1 と 2 の間の數である場合が多く、Haber の式はこの式の或る特殊な場合と考へられる。

Busvine (1938) はガス剤の作用に影響を與へる要因について實驗を行つた。そして實驗的に毒力を檢定するにあつて注意すべき事柄について述べてゐる。昆虫の種類の相違は異つたガス剤に對してその抵抗力が異なる。混合ガスを適當に混合循環させないとガス剤の濃度はかなり誤差を生ずる。昆虫体を速かにガスに作用せしめるように注意しないと豫定の濃度に達する迄の時間にずれが生ずる。濃度×時間が一定であると言う假定に立つて計算を行つて見ると、彼の實驗條件下にあつてはこのずれは 1.6 分の間隙として計算することが出來た。温度の影響は複雑であり、蒸氣壓とか擴散、吸着などの物理的の要因も重要である。一方、毒力は昆虫の生理的狀態とも密接に結びついてゐる。温度を上げることは昆虫の新陳代謝を盛んにし、感受性を増すこととなる。その他、種々の要因が昆虫の生理的狀態、ひいてはその抵抗性に及ぼす影響について、種々の例が挙げられてゐる。これらを通觀すると一般に新陳代謝（これを假に呼吸量で判斷して）を増すような要因はすべ

て感受性を増してゐる。しかし饑餓のみは一寸異つてゐて、呼吸量を低めるが、エチレンオキサイドに對する感受性を低め、青酸ガスに對する感受性を高める。

温度・死亡率の關係に加えて、Busvine は時間死亡率の關係も分析した。即ち 4 種の昆虫について、50% と 99% の死亡率を示す時間の對數値は用ひたガスの濃度の對數値と直線的關係を持つことを示した。これらの 4 種の昆虫について濃度時間曲線は  $c \times t = w$  の式によつて完全に表はされる。この式に於て c は濃度を mg./L. N.T.P. とじて取つたものを、t は時間を、n は  $\log c - \log t$  の關係曲線の傾斜を夫々表してゐる。この場合、時間としてはたゞ二つの時間のみしか考慮されてゐない。現在の吾々の知識からすれば、Busvine の式を實驗結果にあてはめることを証する爲にはたゞ二つの時間のみでは不充分である。あるガス剤に對する昆虫の抵抗力を表すために、この式を用ひて 5 時間の處理時間に於ける 50% と 99% の死亡率を示す濃度と、n の値とを以てすることを Busvine は提唱してゐる。この式を廣く用ひる爲には死亡率のプロビット (Probit) と濃度の對數値の回歸曲線を定めることが必要である。99% 死亡率は實驗的に正確に得ることは出來ず、普通は外挿法によつて得られるからである。この回歸曲線は直線であり、處理時間の全範圍にわたつてである。Busvine の實驗結果から吾々は彼の得たプロビット・濃度の對數値曲線は時間によつて異り皆平行でないと言う結論を引出し得る。50% 死亡率の n を定めるのに平行してゐないと言う事はそれ程問題にならぬが、99% 死亡率に對してはかなり疑問としなければならない。實際 Bliss & Broadbent (1935) はショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* に對する青酸ガスの作用を實驗し、その結果に同様の式がよくあてはまることを見出したが、50% 死亡率に對しては  $c^{1.9t} = 10.2$  であるが、97.5% 死亡率に對しては  $c^{1.3t} = 26.3$  と變化することに注意を拂つた。この式はかなり一般に藥理學上の研究に用ひられてゐるが、この式を用ふるにあつて死亡率の何%を用ひるかと言うことは重要な事柄である。この曲線は藥劑の作用の相對的の割合を知る爲には便利であるが、その

作用の基本的性質を知るには余り役に立たぬように思われる。

Strand(1930), Lindgren & Shepard(1932), Shepard & Lindgren (1934), Shepard et al (1937) 等は上述したものよりも遙かに簡単な型の装置を用いた。彼等はガス剤の比較評価の方法を試験した。濃度死亡率曲線は噴霧の効果をしらべた人々が得たと同様なS字型である。50%死亡率の点、即ち中央致死濃度は比較の爲に適當である。然し Shepard & Lindgren (1934) はそれぞれの曲線は平行ではないのだから、ごくざつとした値でも 100% 死亡率に近い値で比較する方がより實際的である事を指摘した。Shepard (1934) は 99% 死亡率の濃度の推定値を得る爲に次の式を用ふる事を提案した。

$$x = K + k \log \frac{y}{100 - y}$$

$x$  は濃度,  $y$  は死亡率,  $K$  は 50% 死亡率の濃度,  $k$  は 90% と 50% の死亡率を示す濃度の差である。

Shepard et al (1937) は實驗結果に大きな變異の見られるのは明瞭な生死の區別をするのに困難があるに基くとした。したがって夫々の昆虫の種類について推定の死亡率を出来るだけ最終の結果に近い數字で表すように選ぶべきであるとした。抵抗性の強い昆虫の場合に見られる蘇生と、速効性の藥劑を作用せしめた時の除々に死亡虫の生じて來ることは共に重要な事柄である。

ニコチン蒸氣の毒力を定めるのに二つの方法が Richardson, C. H. & Haas (1932) と Richardson, H. H. & Busbey (1937) によつて記されてゐる。

Gough の研究を見ると供試昆虫を一定の方法で飼育すると言ふ事のみが必要なのではなくて、昆虫を飼料から取り出してから燻蒸を行ふまでに経過する時間が重要であることが判る。メリケン粉中のヒラタクモス *Tribolium confusum* の成虫を青酸ガスで燻蒸した場合、餌から取り出してからの経過時間が短いと、抵抗性は弱く、その時間が長いと強い。粉から早く取り去つた時には、雄は雌よりも影響を受けない。

## Ⅱ 圃場試験

ごく最近まで圃場に於ける殺虫剤の効力の検定には正確な方法が用ひられず、よく死んだとか死ななかつたとかを調べるにすぎなかつた。しかし現在は適切な實驗計畫をたてて統計的分析法を用ひることによつて、觀察結果の意義のわかる數量的の資料が得られるようになった。試験の目的は作物の收量に及ぼす影響、また害虫が驅除された割合を確めるにある。試験は亂塊法またはラテン方格法にしつらへ、したがつて結果の意義の判定のためには變量分析法を用ひる。Bartlett (1936) も言つてゐるように、もし害虫を直接に數へるのならば試験の計畫はよく注意して適當な方法をとるようになければならない。統計的分析法を用ひるには特殊な取扱ひが必要である。こゝには分析法の複雑なことについては述べないが、これは前號「變量分析法の藥劑試験への應用」を参照されたい。圃場試験を行ふ前にはこの方法をよく了解してとりかゝるべきである。ラテン方格法の実例の使用例は Gaines (1937 a, b) を見られたい。キイチゴにつく甲虫 *Byturus tomentosus* に對するニコチンとデリスの効力をためすのに Steer (1933) は亂塊法を用ひて實驗を行ひ、かなり實用的に意義のある結果を得てゐる。

## Ⅳ 文 獻

- Badertscher, A. E. (1936). Soap 12; (no. 9), 96.  
 Bartlett, M. S. (1936). Suppl. J. R. statist. Soc. 3; 185.  
 Bliss, C. I. & Broadbent, B. M. (1935). J. econ. Ent. 28; 989.  
 Bovingdon, H. H. S. (1934). Ann. appl. Biol. 21; 704.  
 Bulger, J. W. (1932). J. econ. Ent. 25; 261.  
 ——— (1935). J. econ. Ent. 28; 76.  
 ——— (1937). J. econ. Ent. 30; 689.  
 Busvine, J. R. (1938). Ann. appl. Biol. 25; 605.  
 Campbell, F. L. (1926 a). J. gen. Physiol. 9; 433.  
 ——— (1926 b). J. gen. Physiol. 9; 727.  
 ——— (1926 c). J. agric. Res. 32; 359.

- (1930). *J. econ. Ent.* 23; 357.
- (1938). U.S. Dept. Agric. Bur. Ent. and Plant Quar., Mimeographed Circ. E. 436.
- & Filmer, R. S. (1929). *Trans. IV Internat. Cong. Ent. for 1928*; 523.
- & Sullivan, W. N. (1938). *Soap* 14; (no. 6), 119.
- Clark, A. J. (1937) *General Pharmacology*; p. 132. Berlin. Julius Springer.
- Craufurd - Benson, H. J. (1938). *Bull. ent. Res.* 29; 41.
- Fleming, W. E. (1934). *J. agric. Res.* 48; 115.
- & Baker F. E. (1934) *J. agric. Res.* 49; 29.
- Fryer, C. F., Stenton, R., Tattersfield, F. & Roach, W. A. (1923) *Ann. appl. Biol.* 10; 18.
- Gaines, J. C. (1937 a). *J. econ. Ent.* 30; 119.
- (1937 b). *J. econ. Ent.* 30; 785.
- Goetze, G. (1932). *Anz. Schädlingask.* 8; 54.
- Görnitz, K. (1933). *IV. Mitt. biol. Reichsanst. Berl.* 46; 1. (R.A.E. 1933 A, 21; 385.)
- Gough, H. C. (1938 a). Ph. D. Thesis. The University of London (shortly to be published).
- (1938 b). *Nature.* 141; 922.
- Hartzell, A & Wilcoxon, F. (1932). *Contr. Boyce Thompson Inst.* 4; (no. 1), 107.
- Janisch, R. (1926). *Nachr. Bl. dtsh. Pflsch. Dienst.* 6; 18. (R. A. E. 1926 A, 14; 192.)
- Jones, H. A., Campbell, F. D. & Sullivan, W. N. (1935). *Soap* 11; (no. 9), 101.
- Kearns, H. G. & Martin, H. (1936). *Long Ashton Res. Sta. Ann. Rep. for 1935*, p. 49.
- Lindgren, D. L. & Shepard, H. H. (1932). *J. econ. Ent.* 25; 248.
- Mayer, K. (1934). *Arb. physiol. angew. Ent.* 1; 257. (R.A.E. 1935 A, 23; 121.)
- Miller, A. C. & Simanton, W. A. (1938). *Soap* 14; (no. 5), 103.
- Murray, C. A. (1937). *Soap* 13; (no. 8), 88.
- (1938). *Soap* 14; (no. 2), 99.
- Nelson, F. C., Buc, H. E., Sankowsky, N. A. & Jernakoff, M. (1934). *Soap* 10; (no. 10), 85.
- Newcomer, E. J. (1926). *J. agric. Res.* 33; 317.
- O'Kane, W. C., Walker, G. L., Guy, H. G. & Smith, O. J. (1933). *VI. Tech. Bull. N. H. agric. Exp. Sta.* no. 54.
- Westgate, W. A., Glover, L. C. & Lowry, P. R. (1930). *I. Tech. Bull. N. H. agric. Exp. Sta.* no. 39.
- Peet, C. H. (1932). *Soap* 8; (no. 4), 98.
- & Grady, A. G. (1928). *J. econ. Ent.* 21; 612.
- Peters, G. (1936). *Samml. Chem. u. chem. techn. Nortrage*, 31. Stuttgart.
- & Ganter, W. (1935). *Z. angew. Ent.* 21; 547.
- Potter, C. & K. S. Hocking (1939). *Ann. app. Biol.* 26; 348.
- Price, W. A. (1920). *Bull. Ind. agric. Exp. Sta.* 247.
- Richardson, C. H. & Hass, L. E. (1932). *Iowa St. Coll. J. Sci.* 6; 287.
- Richardson, H. H. (1931). *J. econ. Ent.* 24; 97.
- (1932). *Science* 76; 350.
- & Busbey, R. L. (1937). *J. econ. Ent.* 30; 576.
- Shepard, H. H. (1934). *Nature.* 134; 323.
- & Lindgren, D. L. (1934). *J. econ. Ent.* 27; 842.
- & Thomas, E. L. (1937). *Tech. Bull. Minn. agric. Exp. Sta.* 120.
- & Richardson, C. H. (1931). *J. econ. Ent.* 24; 905.
- Siegler, E. H. & Munger, F. (1933). *J. econ. Ent.* 26; 438.
- Simanton, W. A. (1937). *Soap* 13; (no. 10), 103.
- & Miller, A. C. (1937). *J. econ. Ent.* 30; 917.
- & (1938). *Soap* 14; (no. 5), 115.

- Steer, W. (1933). J. Pomol. 11; 19.  
 — (1938). J. Pomol. 15; 338.  
 Stellwaag, F. (1931). Z. angew. Ent. 18; 118.  
 Strand, A. L. (1930). Industr. Engng. Chem. (Anal. Ed.), 2; 4.  
 Tattersfield, F. (1934). Ann. appl. Biol. 21; 691.  
 — & Morris, H. M. (1924). Bull. ent. Res. 14; 223.  
 Thalenhorst, W. (1937). Z. angew. Ent. 23; 615.  
 Trappmann, W. & Nitsche, G. (1934). NachrBl. dtsh. PflSch-Dienst. 14; 51. (R. A. E. 1934, A. 22; 385.)  
 Tuma, V. (1938) Soap 14; (no. 6). 109.  
 Zermuehlen, A. E. & Allen, T. C. (1936). Soap 12; (no. 6). 105.

昭和23年9月14日印刷 防虫科學 定價 100.00

昭和23年9月15日發行 第10號

主 幹 武 居 三 吉

京都市左京區北白川 京都大學農學部

發行所 財団法人 防虫科學研究協會

京都市左京區吉田町 京都大學内

編輯兼  
發行所

内 田 俊 郎

京都市左京區北白川 京都大學農學部

賣捌所 丸善株式會社 京都支店

京都市河原町通四條上ル

印刷者

伊 藤 榮 二

印刷所

中央印刷株式會社

長野縣岡谷市外三澤

配給元 日本出版配給統制株式會社

東京都千代田區濱路町2/9

農業薬剤

アセヒレ乳剤

農林省畜産局認定

きよらか

家畜用

専市特許

本剤はアセヒレン類ヒドリンの相乗効果による殺菌剤で優秀な殺虫剤として特許核准より助成金を受けてゐる強力なる新殺虫剤であります。

國産化学工業株式會社  
岡山縣笠岡町